

IV

HIPÓTESIS SOBRE LA CAUSA DE LAS VARIACIONES PERIÓDICAS Y DE LAS VARIACIONES IRREGULARES DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Acabamos de ver la exposición de los hechos, es decir, de los cambios así periódicos como accidentales que sufre la presión de la atmósfera durante el día, en la serie de las estaciones y de los años en un mismo punto ó en puntos diferentes. Hemos puesto de manifiesto las relaciones que existen entre estos fenómenos y la posición del Sol, la latitud del lugar, su altura sobre el nivel del mar, etc. ¿Qué explicación puede dárseles? ¿Cuál es, en una palabra, la naturaleza física de cada uno de ellos? ¿Por qué sube ó baja el barómetro con regularidad dos veces al mes, por qué no son las mismas sus máxima y mínima diurnas y mensuales en las diferentes estaciones, y por qué varían según que se observa á diversas distancias del ecuador ó de los polos?

Digamos desde luego que los físicos y los meteorólogos no están acordes sobre todos los puntos, y que sus respuestas á tan importantes preguntas no se pueden considerar aún sino como hipótesis. Veamos de resumirlas en sus caracteres más esenciales.

El descubrimiento de la variación barométrica diurna hizo en un principio que se comparase el fenómeno á una marea atmosférica resultante de las atracciones combinadas de la Luna y del Sol. Pero no tardó en desecharse esta hipótesis, calculando que, si era exacta, la periodicidad de las máxima y de las mínima debería variar con las fases lunares, cosa que la observación contradice. Además, como la acción de la Luna, que no es nula como más adelante veremos, aunque sí bastante débil, debe ser casi doble que la del Sol, claro está que no se puede atribuir la atracción á este astro.

Quedaba la hipótesis de su acción calorífica. En efecto, los sabios están acordes en atribuir á esta causa, presumida por Bouguer y admitida por Laplace y Ramond, las oscilaciones periódicas de la presión atmosférica. Era natural pensar que el calor solar es el que produce estas oscilaciones, puesto que las hemos visto variar con la presencia más ó menos prolongada del Sol sobre el horizonte, con la mayor ó menor altura de su elevación meridiana, en una palabra, con todas las causas que hacen más notable la diferencia de temperaturas entre el día y la noche, entre las estaciones estivales é invernales. Pero ¿cómo ejerce el calor solar su acción sobre la atmósfera, y cómo afecta á la presión barométrica? Aquí empieza ya la divergencia de las explicaciones propuestas.

Unos admiten como única causa el cambio de densidad que para las capas atmosféricas resulta de su dilatación por efecto de un aumento de temperatura. Tal es la teoría de Kaemtz, adoptada aún hoy por M. Renou, uno de nuestros meteorólogos. Pero, según Dove, el calor solar ejerce principalmente su acción sobre el barómetro por mediación del vapor de agua y de su aumento de tensión bajo la influencia de la temperatura. Finalmente, otros meteorólogos, y M. Mohn entre ellos, piensan que las variaciones periódicas, y en especial la oscilación diurna, son efecto de estas dos causas reunidas, desigualmente activas y combinadas de distintas maneras. Entremos en algunos detalles acerca de estas teorías.

Para simplificar las ideas, supongamos que la atmósfera está dividida en capas de igual peso y por consiguiente de espesores crecientes á partir del suelo AB; y sean 1, 2, 3, 4, 5..... estas diferentes capas, que desde luego están en equilibrio y cada una de las cuales tiene por consiguiente la misma densidad media á la misma altura. Cuando

los rayos solares las atraviesan y vienen á caldear el suelo con una intensidad que supondremos igual en toda la extensión de la región que consideramos, estas capas se calientan, dilatándose cada una de ellas las 367 cienmilésimas de su volumen por cada grado más de temperatura. Al cabo de un tiempo dado, las capas sucesivas se habrán dilatado de modo que quedarán superpuestas en el mismo orden que antes. La densidad de cada una habrá disminuido y sus espesores aumentado, como lo demuestra la figura 56. Pero como su peso total no habrá variado, tampoco variará un barómetro cuya cubeta se haya situado al nivel de un punto M del suelo. Por consiguiente, ni el aumento ni la disminución de temperatura pueden ser causa directa de variación en el nivel del barómetro.

Sin embargo, no sucede lo propio con respecto á un punto como *m* situado á cierta altitud, por ejemplo en el primitivo límite de separación de las capas 3 y 4, porque después del caldeo atmosférico y de la dilatación que es su consecuencia, una parte del

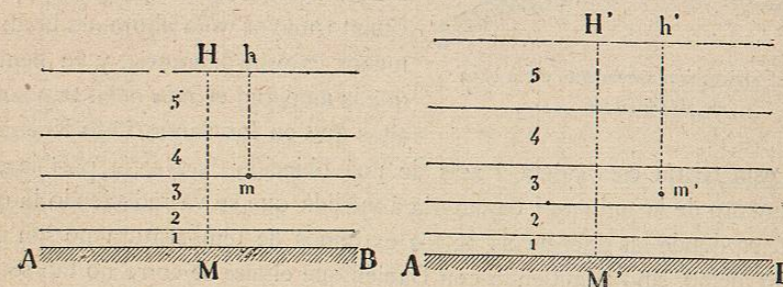


Fig. 56.—Igualdad de presión de las capas de aire dilatadas

aire de la capa 3 se ha elevado por encima de *m*, y el barómetro colocado en este punto soporta entonces el peso de cierta cantidad de aire que antes estaba por debajo de su nivel. Deberá, pues, resultar un aumento de presión para este punto y para todos los que no están al nivel mismo del suelo. Un enfriamiento produciría un efecto contrario, esto es, una disminución de presión. Mas, para que así suceda, se ha de suponer que todas las regiones que rodean á la región AB sufren una acción análoga, lo cual es precisamente lo contrario de lo que ocurre. La acción de caldeo de los rayos del sol se efectúa con mucha desigualdad según la hora del día, la estación y el lugar. Considerando las regiones AB y CD vecinas á BC (fig. 57), una, CD por ejemplo, resultará en todas las capas de la atmósfera que hay sobre ella, menos caldeada que BC, y la otra, AB, lo estará más. ¿Qué se seguirá de aquí? Que sus capas límites H, H, H', no estarán ya al mismo nivel por efecto de sus dilataciones desiguales: las más elevadas se correrán hacia las más bajas. En una palabra, bajando hacia las regiones más frías una parte del aire que producía con su peso la presión observada, deberá resultar de aquí un aumento de presión para estas últimas, y una disminución para las regiones en que la temperatura se ha elevado más.

Tal es la causa de la oscilación diurna según la primera teoría. Verdad es que al mediodía, ó cuando el Sol se encuentra en un meridiano determinado, es cuando la acción del calor solar resulta mayor en todos los puntos situados bajo este mismo meridiano. Pero el momento del máximo de temperatura ocurre después, á eso de las 3 ó las 4 de la tarde; éste será, pues, el instante del mínimo diurno barométrico. El rechazo de las capas superiores del aire, que es su consecuencia, va á formar á 90° al Este ó al Oeste y en todos los puntos situados bajo los meridianos de las 9 de la ma-

ñana ó de las 9 de la noche, una especie de rehenchimiento cuyo peso se agrega al de las capas atmosféricas aún no caldeadas ó enfriadas ya: de aquí las máxima barométricas de 9 á 10 de la mañana y de 9 á 10 de la noche. "El *minimum* de la mañana, dice Kaemtz, va seguido, al Este del sitio en que sobreviene, de un *minimum* de temperatura, y una parte del aire de las regiones occidentales se corre hacia este lado, de lo cual resulta una baja en el barómetro."

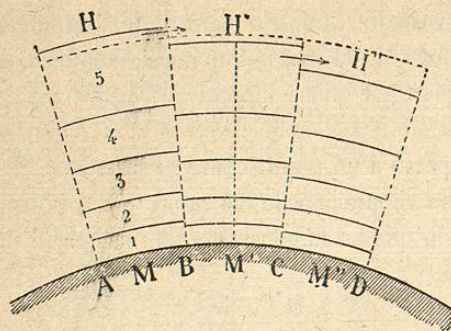


Fig. 57.—Dirección ascendente de la capa de aire dilatada

noce que esta teoría está sujeta á más de una objeción: "no sería posible explicar, dice, el aumento de la amplitud oscilatoria á medida que se va reduciendo la distancia al ecuador, en donde las diferencias de los extremos de temperatura no son mayores por término medio, sino admitiendo con Daniell que el aire se corre no tan sólo en dirección perpendicular al meridiano, sino también paralelamente del ecuador al polo."

Esta última hipótesis es la de M. Renou cuando dice: "El Sol caldea la atmósfera que se corre alrededor de él, y produce un rehenchimiento en todo un círculo máximo cuyo punto más caldeado es el polo.... La onda atmosférica que produce este efecto sigue el movimiento aparente del Sol, y cambia de sitio con una velocidad que llega á 464 metros por segundo en el ecuador. Esta onda, por su rapidez ó el sentido de su movimiento, debe producir un máximo de la mañana más elevado que el de la tarde; también debe dar un predominio á las máxima de la mañana ó de la tarde según que los vientos soplen del Oeste ó del Este. El *minimum* de la noche no es más que un *minimum* relativo, comprendido entre las dos máxima de la noche y de la mañana."

Otra teoría atribuye al vapor de agua desprendido por efecto del calor solar el principal cometido en el fenómeno de la oscilación diurna. En concepto de Dove, la presión de la atmósfera sobre el barómetro se compone de dos partes que se confunden, ó mejor dicho, que se compensan parcialmente; una es la del aire; otra, la del vapor de agua contenido en el aire. La elevación de la temperatura disminuye la densidad del aire, pero aumenta la tensión del vapor de agua. Para dar á cada una de estas causas la parte que le corresponde, Dove ha sustraído de la presión barométrica la tensión del

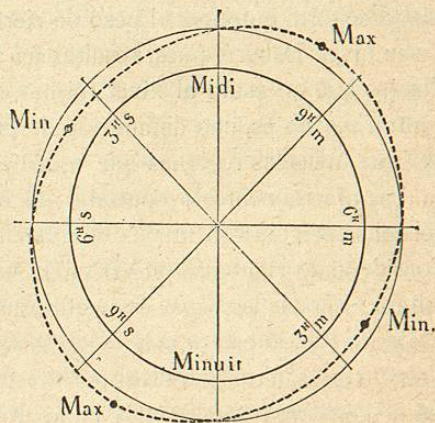


Fig. 58.—Rehenchimiento formado por la expansión del aire dilatado

vapor de agua, calculada para cada hora del día, con arreglo á las observaciones higrométricas hechas por Neuber en Apenrade, y de este modo ha tenido la presión del aire seco en esta estación. La figura 59 presenta las curvas relativas á las variaciones diurnas de esta presión para cada estación y para todo el año, mostrando además que entonces no hay más que un solo máximo, muy cerca de las 12 de la noche, y un *minimum* á eso de las 2 de la tarde. Así pues, la doble oscilación que revelan las observaciones debe de ser el efecto de las variaciones de la tensión del vapor en el transcurso de un día; pero las hechas en Halle y en Múnster no parecen confirmar esta ley.

Se puede hacer patente la influencia del vapor de agua en la presión barométrica durante el decurso del año comparando dos de las curvas de la figura 60 con las correspondientes de la figura 44. Para Calcuta, por ejemplo, la presión del aire seco

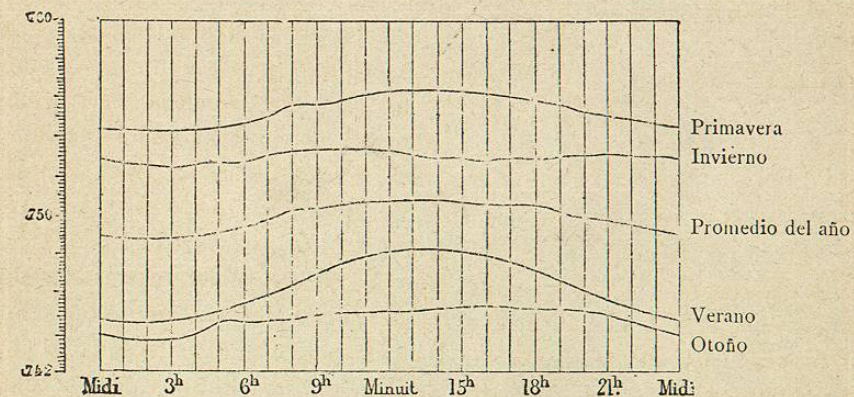


Fig. 59.—Presión del aire seco en Apenrade, á diferentes horas del día y durante las diversas estaciones

(curva llena) y la presión total (curva puntuada) siguen casi las mismas sinuosidades. La diferencia es menor entre enero y febrero, y mayor entre junio y agosto, es decir, en la estación más calurosa.

El meteorologista francés Cousté piensa, como Dove, que el vapor de agua es el que, bajo la acción calorífica del Sol, desempeña el principal papel en la oscilación diurna.

"Consiste, dice, en variaciones: 1.º, en la cantidad de vapor de agua atmosférica; 2.º, en las corrientes verticales ascendentes que forman, para cierta parte, aire dilatado, y para otra mayor, vapor de agua desarrollado por el Sol en las capas bajas y medias, condensado de nuevo en las capas superiores." He aquí cómo se explican las máxima y mínima según dicho meteorologista:

1.º *Máximo de la mañana*.—Algunos minutos antes de la salida del Sol, los rayos empiezan, en virtud de la refracción, á llegar á las capas superiores del aire. Al poco rato bajan hasta el suelo, y va creciendo el calor en la columna atmosférica. A consecuencia de esto, la capacidad para el vapor de agua aumenta en ella gradualmente, y se mantiene una porción siempre creciente del vapor que se forma, yendo el restante á condensarse en las capas superiores, de donde resulta un aumento gradual del *término positivo* de la presión. Al propio tiempo, elevándose en la columna el aire dilatado y el vapor, la levantan, siguiéndose de aquí un decrecimiento en la presión. Este decrecimiento (*término negativo*) aumenta con la velocidad de ascensión de los gases; era nulo durante la noche, pero llega un momento en que compensa el término posi-